

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 10 月 6 日 (06.10.2005)

PCT

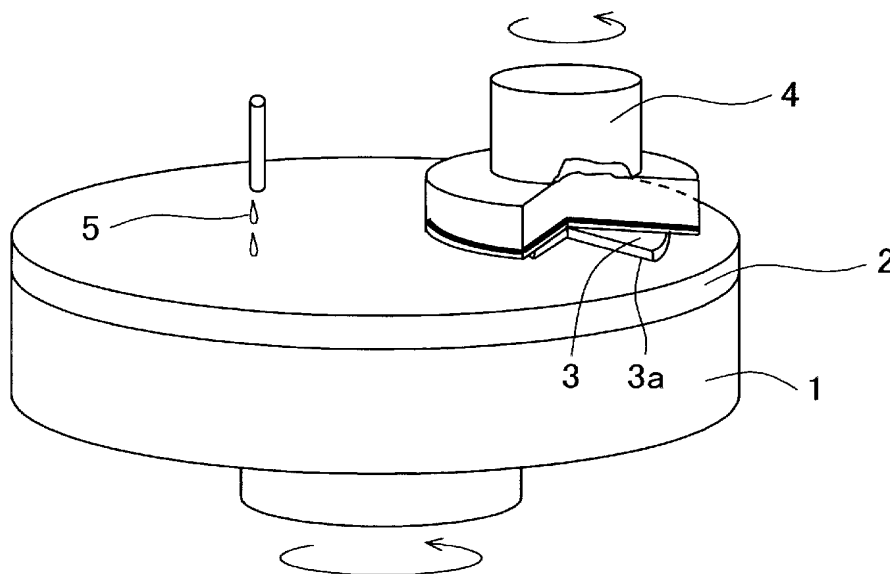
(10) 国際公開番号  
WO 2005/093802 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/304 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 太田 慶治 (OHTA, Yoshiharu) [JP/JP]; 〒6391032 奈良県大和郡山市池沢町 1 7 2 ニッタ・ハース株式会社 奈良工場内 Nara (JP). 板井 康行 (ITAI, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒6391032 奈良県大和郡山市池沢町 1 7 2 ニッタ・ハース株式会社 奈良工場内 Nara (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005766
- (22) 国際出願日: 2005 年 3 月 28 日 (28.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-096847 2004 年 3 月 29 日 (29.03.2004) JP
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ニッタ・ハース株式会社 (NITTA HAAS INCORPORATED) [JP/JP]; 〒5560022 大阪府大阪市浪速区桜川 4-4-2 6 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: COMPOSITION FOR POLISHING SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: 半導体研磨用組成物



(57) **Abstract:** Polishing scratches in the surface of a semiconductor device are reduced significantly without damaging the advantage of fumed silica, i.e. high polishing speed, even though fumed silica is contained as a polishing agent. When a wafer (3) mounted on a pad (2) stuck to a turn table (1) is polished by exerting a load on the wafer (3) by means of a pressure head (4) and rotating the pad (2) and the pressure head (4), a water dispersion liquid of fumed silica having a mean particle size increase rate of 10% or less after 10-day shaking is employed as a polishing composition (5) supplied onto the pad (2). Since aggregation of fumed silica due to an external load and/or long term storage scarcely takes place, the number of polishing scratches in the surface of a polished semiconductor device is decreased significantly and a high-quality semiconductor device exhibiting excellent electrical connection reliability can be produced with high yield.

[続葉有]

WO 2005/093802 A1



SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護  
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,  
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明の目的は、研磨剤としてヒュームドシリカを含有するにも係わらず、ヒュームドシリカの長所である高い研磨速度を損なうことなく、半導体デバイス表面の研磨傷の発生を著しく減少させることである。研磨定盤1に貼付されたパッド2上にウエハ3を載せ、ウエハ3に加圧ヘッド4により荷重をかけ、パッド2と加圧ヘッド4とを回転させてウエハ3を研磨するに際し、パッド2上に供給される研磨用組成物5として、ヒュームドシリカの水分散液であって、10日間振盪後の平均粒子径増加率が10%以下である研磨用組成物を用いる。これによって、外的負荷および／または長期保存によるヒュームドシリカの凝集がほとんど起こることがないので、研磨後の半導体デバイス表面の研磨傷の数が顕著に減少し、電気的な接続信頼性に優れる高品質の半導体デバイスを歩留り良く製造できる。

## 明 細 書

### 半導体研磨用組成物

### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体研磨用組成物に関する。

### 背景技術

[0002] 化学的機械的研磨(CMP、Chemical Mechanical Polishing)は、半導体ウエハを平坦化し、半導体デバイスの高性能化および高集積化を達成する上で、現在では必要不可欠な技術になっている。

CMP工程では、研磨定盤に貼付されたパッドに、ウエハの被研磨面がパッドに接するようにウエハを載置し、ウエハに加圧ヘッドを押し付けてウエハに一定の荷重を掛けつつ研磨用組成物をパッド表面に供給しながら、パッドと加圧ヘッドとを回転させることによって、ウエハの研磨が行われる。

研磨用組成物は、研磨剤を分散させた水性スラリーであり、ウエハの被研磨面に形成される膜の材質などに応じて、種々の研磨剤の中から適当なものが選択される。その中でも、コロイダルシリカ、ヒュームドシリカなどのシリカ系研磨剤が汎用される(たとえば、特開昭52-47369号公報参照)。

これらのシリカ系研磨剤のうち、コロイダルシリカは、水中での分散安定性に優れる。したがって、コロイダルシリカの水分散液である研磨用組成物は、コロイダルシリカ濃度が適正な範囲にある場合は、長期間保存しても、コロイダルシリカの凝集が起こり難い。しかしながら、コロイダルシリカには、研磨速度が相対的に低く、ウエハの研磨に時間を要するという改善すべき点がある。このため、コロイダルシリカとともに、有機酸などの研磨促進剤、過酸化水素などの酸化剤、ベンゾトリアゾール化合物などの腐食防止剤、界面活性剤などが併用される。また、コロイダルシリカは、工業的には、珪酸ナトリウムを原料として製造されるが、それに起因して、ナトリウムなどの不純物を含み、研磨の際にウエハを汚染する可能性がある。したがって、コロイダルシリカを精製し、高純度化することが必要である。このように、コロイダルシリカを工業的に製造すると、高純度化のための精製工程が必須になるので、生産性が低下し、製造コ

ストが上昇する。

一方、ヒュームドシリカは、コロイダルシリカよりも研磨速度が高い。また、四塩化珪素の酸水素炎中での燃焼により合成されることから、不純物の量も少なく、工業的に安価である。しかしながら、ヒュームドシリカは、水中での分散性が不十分である。したがって、ヒュームドシリカの水分散液である研磨用組成物は、CMP工程に供給する際の配管負荷(配管内壁への衝突など)、供給ポンプの負荷(供給ポンプによる圧力など)、加圧ヘッドの負荷(加圧ヘッドによる圧力負荷など)、輸送時の環境条件などの外的負荷によって、ヒュームドシリカの凝集が起こる。また、長期保存時にもヒュームドシリカの凝集が起こり易い。凝集により大粒子化したヒュームドシリカは、ウエハに研磨傷を多数発生させる。このような研磨傷は、ウエハの電気接続的な信頼性を損なうものであり、研磨傷が多い場合、特に一枚のウエハにつき径0.2  $\mu\text{m}$ 以上の研磨傷が100個を超える場合、そのウエハは不良品になり、研磨工程における歩留りが低下する。

ヒュームドシリカの研磨速度の高さおよびコスト的な利点に鑑み、その水分散性を向上させるための技術が種々提案されている。

たとえば、水とヒュームドシリカとを高剪断力を加えながら混合して、ヒュームドシリカを高濃度で含む水分散液を得、この水分散液に加水して希釈し、所望濃度のヒュームドシリカを含有する研磨用組成物を得る方法が挙げられる(たとえば、特許第2935125号公報参照)。

また、高剪断力を加えながら、水に酸およびヒュームドシリカを順次添加して混合し、さらに加水した後、アルカリ水溶液を添加することにより、ヒュームドシリカを含有する研磨用組成物を得る方法が挙げられる(たとえば、特許第2949633号公報参照)。

また、pH2~4の水に、高剪断力を加えながら、濃度が40~60重量%になるようにヒュームドシリカを加え、さらに加水して粘度を2~10000cpsに調整し、低剪断力を加えながら5分間以上攪拌した後、加水してヒュームドシリカ濃度を10~38重量%に調整し、引き続き強攪拌下でアルカリを添加してpH9~12に調整することにより、ヒュームドシリカを含有する研磨用組成物を得る方法が挙げられる(たとえば、特開2001

ー26771号公報参照)。

しかしながら、特許第2935125号公報、特許第2949633号公報、および特開2001-26771号公報記載の研磨用組成物は、ヒュームドシリカの水分散性が従来のものよりは改良されているが、やはり充分満足できる水準には達していない。したがって、外的負荷および／または長期保存により、ヒュームドシリカが凝集するのを避けることができない。

さらに、ヒュームドシリカと平均一次粒子径が40～600nmのコロイダルシリカとを含む研磨用組成物が挙げられる(たとえば、特開2000-345144号公報)。しかしながら、この研磨組成物においても、ヒュームドシリカの凝集を避けることができず、ヒュームドシリカの凝集物によってウエハの研磨面に径0.2  $\mu\text{m}$ 以上の研磨傷が発生する。また、研磨速度などの研磨性能が低下する。

### 発明の開示

[0003] 本発明の目的は、ヒュームドシリカの水分散液であって、ウエハなどの半導体デバイスを、研磨傷を発生させることなく、高い研磨速度で効率良く研磨することができる半導体研磨用組成物を提供することである。

本発明は、ヒュームドシリカの水分散液であって、10日間の振盪試験による、ヒュームドシリカの平均粒子径の増加率が10%以下であることを特徴とする半導体研磨用組成物である。

また本発明の半導体研磨用組成物は、前述のヒュームドシリカの含有量が、組成物全量の10～30重量%(10重量%以上、30重量%以下)であることを特徴とする。

さらに本発明の半導体研磨用組成物は、前述のヒュームドシリカの平均粒子径が、70～110nm(70nm以上、110nm以下)であることを特徴とする。

さらに本発明の半導体研磨用組成物は、アルカリ水溶液に、酸性ヒュームドシリカ分散液を添加することにより調製されることを特徴とする。

さらに本発明の半導体研磨用組成物は、前述のアルカリ水溶液のpHが12～14(12以上、14以下)であることを特徴とする。

### 図面の簡単な説明

[0004] 本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確にな

るであろう。

図1は、CMP工程を簡略的に示す図面である。

図2は、半導体研磨用組成物の振盪試験における、振盪日数(日)と粒子径増加率(%)との関係を示すグラフである。

図3は、半導体研磨用組成物を用いて半導体ウェハを研磨した場合に、半導体ウェハ表面に発生する研磨傷の個数を示すグラフである。

### 発明を実施するための最良の形態

[0005] 以下図面を参考にして本発明の好適な実施例を詳細に説明する。

本発明の半導体研磨用組成物(以後特に断らない限り単に「研磨用組成物」と称す)は、ヒュームドシリカの水分散液であって、10日間の振盪試験による、ヒュームドシリカの平均粒子径の増加率が10%以下、好ましくは3%である。

平均粒子径の増加率が10%を超えると、外的負荷および長期保存により、ヒュームドシリカの凝集が起こり、半導体デバイスに研磨傷が発生する原因になる。また、研磨速度も低下する。

本明細書において、研磨用組成物の10日間振盪試験は、次のようにして行われる。まず、50mlの遠沈管に研磨用組成物20mlを入れ、縦型振盪機(商品名:KMShakerV-SX、イワキ産業(株)製)に設置し、振盪速度310spm、振盪ストローク40mmで10日間振盪を行う。その後、レーザ回折／散乱式粒度分布測定装置(商品名:LA910、(株)堀場製作所製)にて、研磨組成物中のヒュームドシリカの平均粒子径を測定し、振盪を行う前に測定した平均粒子径と比較し、増加率を算出する。

また本明細書において、平均粒子径は、上記のレーザ回折／散乱式粒度分布測定装置(LA910)を用いて光散乱回折法により測定されたものである。

本発明で使用するヒュームドシリカは、従来からこの分野で常用されるものを使用できるが、その水分散性、研磨速度などを考慮すると、平均一次粒子径が好ましくは1～500nm、さらに好ましくは5～300nm、特に好ましくは5～80nmのものである。

また、ヒュームドシリカの比表面積も特に制限されないが、やはりその水分散性、研磨速度などを考慮すると、BET法により測定した比表面積が好ましくは $400\text{m}^2/\text{g}$ 以下、さらに好ましくは $50\sim 200\text{m}^2/\text{g}$ 、特に好ましくは $50\sim 150\text{m}^2/\text{g}$ である。

ヒュームドシリカとしては、異なる平均一次粒子径および／または比表面積を有する2種以上のヒュームドシリカを併用することもできる。

ヒュームドシリカは、たとえば、酸水素火炎中で四塩化ケイ素を気相加水分解することによって製造できる。また、特開2000-86227号公報に記載の方法によって製造できる。該公報によれば、揮発性ケイ素化合物を、可燃ガスおよび酸素を含有する混合ガスとともにバーナーに供給し、1000～2100℃の温度で燃焼させ、揮発性ケイ素化合物を熱分解することにより、ヒュームドシリカを製造できる。ここで、揮発性ケイ素化合物としては公知のものを使用でき、たとえば、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{CH}_3\text{SiCl}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{SiHCl}_2$ 、 $\text{HSiCl}_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{SiH}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiH}$ 、アルコキシシラン類などが挙げられる。これらの中でも、ハロゲン原子を含有する揮発性ケイ素化合物が好ましい。揮発性ケイ素化合物は1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。可燃ガスとしては、酸素の存在下での燃焼により水を生成するものが好ましく、たとえば、水素、メタン、ブタンなどが挙げられる。酸素に代えて、空気を用いることもできる。揮発性ケイ素化合物と混合ガスとの使用割合は、混合ガス中に含まれる可燃ガスの種類に応じて適宜選択される。たとえば、可燃ガスが水素である場合は、揮発性ケイ素化合物1モルに対して、酸素を2.5～3.5モル程度および水素を1.5～3.5モル程度用いればよい。

本発明では、ヒュームドシリカの市販品を用いることもできる。その具体例としては、たとえば、AEROSIL 90G、AEROSIL 130(いずれも商品名、日本アエロジル(株)製)などが挙げられる。

本発明研磨用組成物における、ヒュームドシリカの含有量は特に制限されず、その平均一次粒子径、比表面積などに応じて広い範囲から適宜選択できるが、その水分散性を長期にわたって高水準で保持し、また高い研磨速度を得ることなどを考慮すると、好ましくは研磨用組成物全量の10～30重量%、さらに好ましくは10～28重量%である。

本発明の研磨用組成物は、ヒュームドシリカの水分散性を損なわない範囲で、たとえば、研磨促進剤、酸化剤、有機酸、錯化剤、腐食防止剤、界面活性剤などの、一般的な添加剤を含有することができる。

研磨促進剤としては、たとえば、ピペラジン類、炭素数1～6の第1級アミン化合物、第4級アンモニウム塩などが挙げられる。ピペラジン類としては、たとえば、ピペラジン、無水ピペラジン、ピペラジン6水和物、N-アミノエチルピペラジン、1, 4-ビス(3-アミノプロピル)ピペラジンなどが挙げられる。炭素数1～6の第1級アミン化合物としては、たとえば、 $\alpha$ -オキシエチルアミン( $\alpha$ -アミノエチルアルコール)、モノエタノールアミン( $\beta$ -アミノエチルアルコール)、アミノエチルエタノールアミン、トリエチレンテトラミン、エチレンジアミンなどが挙げられる。第4級アンモニウム塩としては、たとえば、テトラメチルアンモニウム塩化物、テトラメチルアンモニウム水酸化物、ジメチルジエチルアンモニウム塩化物、N, N-ジメチルモルホリウム硫酸塩、テトラブチルアンモニウム臭化物などが挙げられる。研磨促進剤は、1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。本発明研磨組成物における研磨促進剤の含有量は特に制限されないが、好ましくは研磨用組成物全量の0.001～5重量%程度である。

酸化剤としては、たとえば、ヨウ素酸カリウム、過ヨウ素酸、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸などが挙げられる。酸化剤は1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。本発明研磨用組成物における酸化剤の含有量は特に制限されないが、好ましくは研磨用組成物全量の0.01～20重量%程度である。

有機酸としては、たとえば、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、バレリン酸、乳酸などの炭素数2～6のモノカルボン酸、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、酒石酸、リンゴ酸、フマル酸などの炭素数2～6のジカルボン酸、クエン酸、イソクエン酸などの炭素数3～6のトリカルボン酸、サリチル酸などの芳香族カルボン酸、アスコルビン酸などが挙げられる。有機酸には、前記カルボン酸類およびアスコルビン酸の塩も包含される。有機酸は1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。本発明研磨用組成物における有機酸の含有量は特に制限されないが、好ましくは研磨用組成物全量の0.005～5重量%程度である。

錯化剤としては、たとえば、エチレンジアミン4酢酸(EDTA)、ヒドロキシエチルエチレンジアミン3酢酸(HEDTA)、ジエチレントリアミン5酢酸(DTPA)、ニトリロ3酢酸(NTA)、トリエチレンテトラミン6酢酸(TTHA)、ヒドロキシエチルイミノ2酢酸(HIDA)、ジヒドロキシエチルグリシン(DHEG)、エチレングリコール-ビス( $\beta$ -アミノエチル



エーテル)－N, N'－4酢酸(EGTA)、1, 2－ジアミノシクロヘキサン－N, N, N', N'－4酢酸(CDTA)などが挙げられる。錯化剤は1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。本発明研磨用組成物における錯化剤の含有量は特に制限されないが、好ましくは本発明組成物全量の0.005～5重量%程度である。

腐食防止剤としては、たとえば、ベンゾトリアゾール、トリルトリアゾール、ベンゾトリアゾール－4－カルボン酸およびそのアルキルエステル、ナフトトリアゾールとその誘導体、イミダゾール、キナルジン酸、インバール誘導体などが挙げられる。腐食防止剤は1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。本発明研磨用組成物における腐食防止剤の含有量は特に制限されないが、好ましくは本発明組成物全量の0.05～0.5重量%程度である。

界面活性剤としては、たとえば、ポリアクリル酸塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルカンスルホン酸塩、 $\alpha$ －オレフィンスルホン酸塩などのアニオン系界面活性剤、脂肪酸モノエタノールアミド、脂肪酸ジエタノールアミド、脂肪酸エチレングリコールエステル、モノ脂肪酸グリセリンエステル、脂肪酸ソルビタンエステル、脂肪酸ショ糖エステル、アルキルポリオキシエチレンエーテル、ポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリエチレングリコールなどの非イオン系界面活性剤などが挙げられる。界面活性剤は1種を単独で使用できまたは2種以上を併用できる。本発明研磨用組成物における界面活性剤の含有量は特に制限されないが、好ましくは本発明組成物全量の0.1重量%以下程度、さらに好ましくは0.001～0.1重量%程度である。

さらに本発明の研磨用組成物は、その好ましい特性を損なわない範囲で、アルコール類を含んでもよい。アルコール類の添加によって、たとえば、研磨促進剤などの溶解安定性を向上させることができる。アルコール類としては炭素数1～6の脂肪族飽和アルコールが好ましい。その具体例としては、たとえば、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロパノール、ブタノール、イソブタノール、tert－ブタノール、ペンタノール、ヘキサノールなどの炭素数1～6の直鎖または分岐鎖状の脂肪族飽和アルコールなどが挙げられる。これらのアルコールは、アルキル部分に水酸基などの置換基を有していてもよい。アルコール類は1種を単独で使用できまたは2種以

上を併用できる。本発明研磨用組成物におけるアルコール類の含有量は特に制限されないが、好ましくは研磨用組成物全量の0.01～5重量%程度である。

本発明の研磨用組成物は、たとえば、次の(1)～(5)の工程を含む方法によって製造できる。

#### (1) 酸性水溶液の調整工程

本工程では、酸性水溶液を調製する。酸性水溶液は、水に酸を添加することによって調製できる。酸としては公知のものを使用でき、たとえば、塩酸、硝酸、硫酸などの無機酸、リン酸などの有機酸が挙げられる。これらの中でも、無機酸が好ましく、塩酸が特に好ましい。酸は1種を単独で使用できまたは必要に応じて2種以上を併用できる。

酸性水溶液のpHは好ましくは1.0～3.0、さらに好ましくは1.0～2.7、特に好ましくは2である。

#### (2) 酸性水溶液とヒュームドシリカとの混合工程

本工程では、酸性水溶液とヒュームドシリカとを混合し、酸性ヒュームドシリカ分散液を調製する。混合の際には、高せん断力を加えるのが好ましい。混合時間は特に制限されないが、好ましくは1時間以上、さらに好ましくは2時間以上である。

酸性ヒュームドシリカ分散液におけるヒュームドシリカの濃度は特に制限されないが、好ましくは該分散液全量の40～60重量%、さらに好ましくは46～54重量%である。

#### (3) 酸性ヒュームドシリカ分散液の希釈工程

本工程では、酸性ヒュームドシリカ分散液に水を加え、該分散液中のヒュームドシリカの濃度を好ましくは30～45重量%、さらに好ましくは33～44重量%に希釈する。

この時、一度の加水で所望の濃度まで希釈するのではなく、複数回の加水を行い、段階的に希釈するのが好ましい。2～4回程度の加水を行うのが特に好ましい。

たとえば、酸性ヒュームドシリカ分散液に、ヒュームドシリカの濃度が1重量%低下する量の水を加え、10～40分間程度混合する。次いで、さらにヒュームドシリカの濃度が所望の濃度まで低下する量の水を加え、30分～4時間程度混合する。混合の際には、せん断力を付与するのが好ましい。

なお、酸性ヒュームドシリカ分散液に加水した後の混合時間は、上記に限定されず、希釈の度合いに応じて適宜選択できる。通常は、希釈の度合いが大きいほど、混合時間を長くすれば良い。

#### (4) アルカリ水溶液の調製工程

本工程では、アルカリ水溶液を調製する。アルカリ水溶液は、水にアルカリを添加することによって調製できる。アルカリとしては公知のものを使用でき、たとえば、水酸化アンモニウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムなどのアルカリ金属の水酸化物、水酸化カルシウム、水酸化バリウム、水酸化マグネシウムなどのアルカリ土類金属の水酸化物などが挙げられる。これらの中でも、アルカリ金属の水酸化物が好ましく、水酸化カリウムがさらに好ましい。アルカリは1種を単独で使用できまたは必要に応じて2種以上を併用できる。

アルカリ水溶液には、研磨促進剤、酸化剤、有機酸、錯化剤、腐食防止剤、界面活性剤、などの一般的な添加剤の1種または2種以上を添加することができる。

アルカリ水溶液のpHは、好ましくは12～14である。

#### (5) 研磨用組成物の調製工程

本工程では、本発明の研磨用組成物を調製する。

本発明の研磨用組成物は、アルカリ水溶液に、酸性ヒュームドシリカ分散液を加えて混合することにより調製できる。

混合に際しては、アルカリ水溶液に、酸性ヒュームドシリカ分散液を添加することが必要である。逆に、酸性ヒュームドシリカ分散液にアルカリ水溶液を添加すると、ヒュームドシリカの水分散性が低下し、所望の研磨用組成物を得ることができない。

また混合に際しては、アルカリ水溶液が強アルカリ性であり、酸性ヒュームドシリカ分散液が強酸性であるので、酸性ヒュームドシリカ分散液をアルカリ水溶液に徐々に長時間をかけて添加すると、ヒュームドシリカの凝集が起り易い。したがって、酸性ヒュームドシリカ分散液のヒュームドシリカ濃度などに応じて、凝集が起らないように添加するのが好ましい。さらに好ましくは、酸性ヒュームドシリカ分散液のアルカリ水溶液への添加が5時間以内で終了するように実施すればよい。

酸性ヒュームドシリカ分散液とアルカリ水溶液との混合割合は特に制限されないが、

研磨用組成物のpHが好ましくは8～12およびヒュームドシリカ濃度が好ましくは10～30重量%になるように、混合を行えばよい。

このようにして得られる研磨用組成物には、必要に応じて、分級を施すことができる。分級は公知の方法に従って実施でき、たとえば、フィルタろ過などが挙げられる。フィルタろ過に用いられるフィルタとしては、たとえば、濾過精度1～5  $\mu$ m程度のデブス型フィルタが挙げられる。

なお、本発明の研磨組成物の調製に用いる水は、特に制限されないが、用途を考慮すると、超純水、純水、イオン交換水、蒸留水などが好ましい。

本発明の研磨用組成物を用いてウエハなどの半導体デバイスの研磨を行うに際しては、従来の研磨用組成物に代えて本発明の研磨用組成物を用いる以外は、従来のウエハ研磨と同様に行うことができる。たとえば、図1に示すように、研磨定盤1に貼付されたパッド2に、ウエハ3の被研磨面がパッド2に接するようにウエハ3を載せ、ウエハ3に加圧ヘッド4を押し付けてウエハ3に一定の荷重をかけかつ研磨用組成物5をパッド2表面に供給しながら、パッド2と加圧ヘッド4とを回転させることによって、ウエハ3の研磨が行われる。

本発明の研磨用組成物は、ウエハのCMP加工全般において研磨用組成物として使用できる。具体的には、ウエハに形成された薄膜、たとえば、W、Cu、Ti、Taなどの金属膜、TiN、TaN、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ などのセラミックス膜、 $\text{SiO}_2$ 、p-TEOSなどの酸化膜、HSQ膜、メチル化HSQ膜、SiLK膜、ポーラス膜などの低誘電膜などの薄膜が形成されたウエハの研磨に好適に使用できる。

また本発明の研磨用組成物は、半導体ウエハのCMP加工に限定されず、それ以外の用途で金属、セラミックスなどを研磨する際にも、好適に使用できる。

## 実施例

[0006] 以下に実施例、比較例および試験例を挙げ、本発明を具体的に説明する。

(実施例1)

[酸性ヒュームドシリカ分散液の調製]

超純水に、0.01Nの塩酸水溶液を添加し、pH2に調整した。この塩酸水溶液に、ヒュームドシリカ(平均一次粒径20nm、比表面積 $90\text{m}^2/\text{g}$ )を加えて2時間30分混

合し、ヒュームドシリカ濃度が50重量%である、酸性ヒュームドシリカ分散液を調製した。

[酸性ヒュームドシリカ分散液の希釈]

酸性ヒュームドシリカ分散液に超純水を加えて30分間混合した。これにより、ヒュームドシリカ濃度49重量%の酸性ヒュームドシリカ分散液が得られた。

さらに、ヒュームドシリカ濃度49重量%の酸性ヒュームドシリカ分散液に超純水を加えて1時間混合した。これにより、ヒュームドシリカ濃度40重量%の酸性ヒュームドシリカ分散液が得られた。該分散液のpHは2であった。

なお、上記の混合は、いずれの場合も、高剪断分散装置(商品名:ハイビスディーパー、特殊機化(株)製)を用いて剪断力を掛けながら実施した。

[アルカリ水溶液の調製]

超純水に、0.8重量%水酸化カリウム水溶液を添加し、pH13のアルカリ水溶液を調製した。

[本発明の研磨用組成物の調製]

アルカリ水溶液26.3kgに、攪拌下、ヒュームドシリカ濃度40重量%の酸性ヒュームドシリカ分散液43.7kgを添加し、添加終了後さらに0.1時間混合し、本発明の研磨用組成物を調製した。

得られた研磨用組成物を、ろ過精度1 $\mu$ mのフィルタ(商品名:プロファイル2、日本ポール(株)製)により濾過し、粗大凝集粒子を除去した。該研磨用組成物は、ヒュームドシリカ濃度25重量%、pH11であった。

(実施例2)

アルカリ水溶液の調製において、水酸化カリウム水溶液に代えて濃度0.9重量%の水酸化アンモニウム水溶液を用いる以外は、実施例1と同様にして、本発明の研磨用組成物(ヒュームドシリカ濃度25重量%、pH10.5)を調製した。

(比較例1)

特許第2935125号明細書の実施例1に基づき、比較例1の研磨用組成物(ヒュームドシリカ濃度25重量%、pH11)を調製した。

(比較例2)

特許第2949633号明細書の実施例1に基づき、比較例2の研磨用組成物(ヒュームドシリカ濃度25重量%、pH11)を調製した。

(比較例3)

特開2001-26771号公報の実施例1に基づき、比較例3の研磨用組成物(ヒュームドシリカ濃度12.5重量%、pH10.5)を調製した。

(試験例1)

実施例1～2および比較例1～3の研磨用組成物について、振盪試験を実施した。まず、各研磨用組成物に含まれるヒュームドシリカの平均粒子径を、レーザ回折／散乱式粒度分布測定装置(商品名:LA910)により測定した。

次いで、50mlの遠沈管に各研磨用組成物20mlを入れ、この遠沈管を縦型振盪機(商品名:KM. Shaker V-SX、イワキ産業(株)製)にセットし、振盪速度310spm、振盪ストローク40mmで10日間振盪を行った。2日毎に、レーザ回折／散乱式粒度分布測定装置(LA910)により、ヒュームドシリカの平均粒子径を測定した。振盪前後の平均粒子径の測定結果から、下記式に基づいて粒子径増加率(%)を算出した。結果を図2に示す。

$$\text{粒子径増加率(\%)} = (X - Y) / Y \times 100$$

式中、Xは振盪後の平均粒子径、Yは振盪前の平均粒子径である。

図2は、半導体研磨用組成物の振盪試験における、振盪日数(日)と粒子径増加率(%)との関係を示すグラフである。図2において、横軸が振盪日数(日)および縦軸が粒子径増加率(%)であり、◆は実施例1、◇は実施例2、△は比較例1、2、●は比較例3の結果をそれぞれ示す。なお、比較例1、2の組成物は、ほぼ同じ結果を示した。図2から、10日振盪後の粒子径増加率は、実施例1は1%、実施例2は約2%であるのに対し、比較例1、2は約10%を超え、比較例3は約19%であることが判る。したがって、本発明の研磨用組成物は、ヒュームドシリカの水分散性が、顕著に優れることが明らかである。

(試験例2)

実施例1～2および比較例1～3の研磨用組成物について、試験例1と同様にして10日間振盪を行った後、これらの組成物を用い、下記の条件でシリコンウエハの研磨

を実施した。

〔研磨条件〕

シリコンウエハ: 8”-PTEOS、アドバンテック(株)製

研磨装置: 商品名SH-24、SpeedFam社製

研磨パッド: 商品名IC1400A2, 050 K-Grv. 24”P9H

研磨定盤回転速度: 60rpm

加圧ヘッド回転速度: 41rpm

研磨荷重面圧: 約 $4.83 \times 10^4$  Pa (7psi)

半導体研磨用研磨組成物の流量: 100ml/分

研磨時間: 60秒

研磨後の半導体ウエハ表面をウエハ表面検査装置により観察し、半導体ウエハ1枚当たりの、径 $0.2 \mu\text{m}$ 以上の研磨傷の個数を調べた。なお、各組成物について、研磨試験を3回実施した。結果を図3に示す。

図3は、実施例1～2および比較例1～3の半導体研磨用組成物を用いて半導体ウエハを研磨した場合に、半導体ウエハ表面に発生する研磨傷の個数を示すグラフである。図3において、縦軸には、半導体ウエハ1枚当たりの、径 $0.2 \mu\text{m}$ 以上の研磨傷の数(個)を示す。図3から、実施例1および2の半導体研磨用組成物は、径 $0.2 \mu\text{m}$ 以上の大きさの研磨傷は100個に満たないのに対し、比較例1～3のものは100個を大幅に超える研磨傷が発生するのが明らかである。現在、半導体ウエハの電気接続的な信頼性の確保を目的とし、径 $0.2 \mu\text{m}$ 以上の研磨傷が100個未満であることが求められているので、実施例1～2の組成物がその要求を満足できる、優れた半導体研磨用組成物であることが明らかである。

(実施例3)

アルカリ水溶液の調製において、ピペラジンおよびベンゾトリアゾールを濃度がそれぞれ5重量%および0.1重量%になるように添加し、0.8重量%水酸化カリウム水溶液(pH13)を調製する以外は、実施例1と同様にして、本発明の研磨用組成物(ヒュームドシリカ濃度25重量%、pH11)を調製した。

この組成物は、10日間振盪試験において、実施例1と同等のヒュームドシリカ分散

性を示し、試験例2と同様の研磨試験後に、半導体ウエハ1枚当たりが発生した径0.2  $\mu$ m以上の研磨数の数は100個に満たなかった。

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。したがって、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

### 産業上の利用可能性

[0007] 本発明によれば、10日間の振盪試験による、ヒュームドシリカの平均粒子径の増加率が10%以下である、ヒュームドシリカを含有する本発明の半導体研磨用組成物が提供される。

本発明の研磨用組成物は、外的負荷および／または長期保存によるヒュームドシリカの凝集が極めて少ない。したがって、該研磨用組成物を用いて半導体デバイスを研磨すると、半導体デバイスに研磨傷をほとんど発生させることがなく、半導体デバイスの研磨後の電気接続的な信頼性を一層向上させることができる。しかも、高い研磨速度で、効率良く、半導体デバイスの研磨(平坦化)を行うことができる。よって、研磨後の半導体デバイスの歩留りを向上させ、生産効率を高めることができる。

また本発明によれば、本発明の研磨用組成物における、ヒュームドシリカの含有量は、好ましくは該組成物全量の10～30重量%、さらに好ましくは10～28重量%である。ヒュードシリカの含有量がこの範囲にあると、その水分散性が特に良好である。

さらに本発明によれば、本発明の研磨用組成物における、ヒュームドシリカの平均粒子径は、好ましくは70～110nm、さらに好ましくは80～100nmである。ヒュームドシリカの平均粒子径がこの範囲にあると、その水分散性が一層良好になる。

さらに本発明によれば、本発明の研磨用組成物は、好ましくは、アルカリ水溶液に、酸性ヒュードシリカ分散液を添加し、混合することによって製造できる。

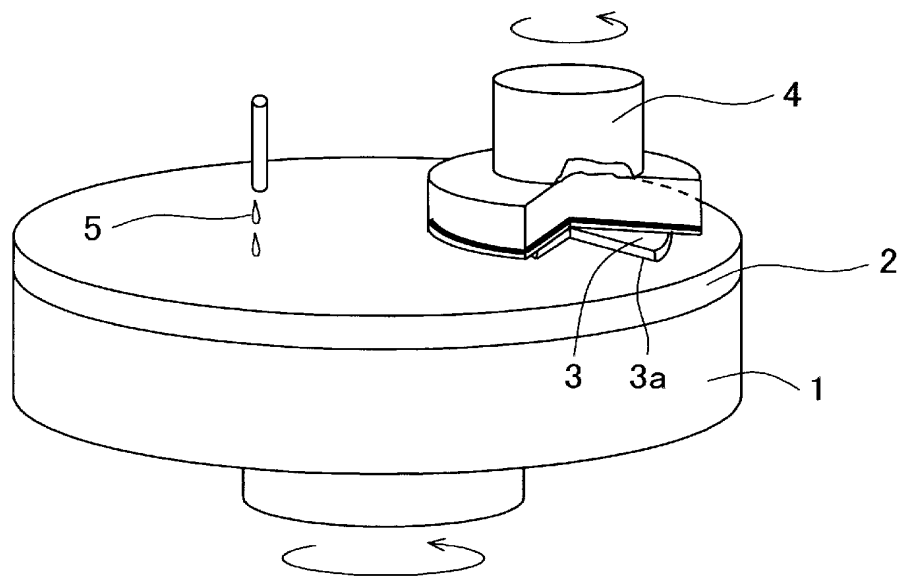
その際、アルカリ水溶液のpHを12～14にするのがさらに好ましい。このようにpH調整することによって、本発明の研磨用組成物を容易に製造できる。



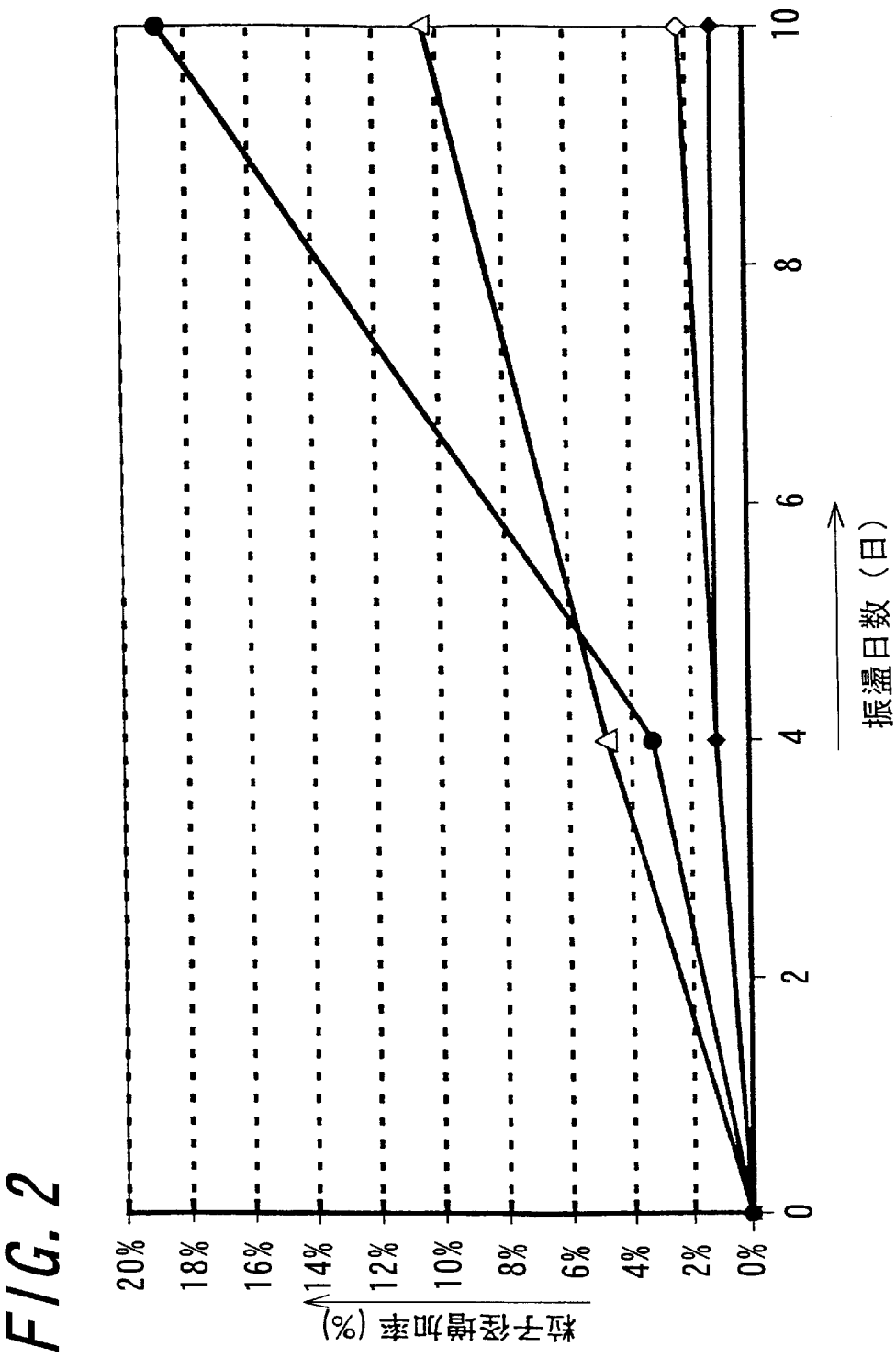
### 請求の範囲

- [1] ヒュームドシリカの水分散液であって、10日間の振盪試験による、ヒュームドシリカの平均粒子径の増加率が10%以下であることを特徴とする半導体研磨用組成物。
- [2] ヒュームドシリカの含有量が、組成物全量の10～30重量%であることを特徴とする請求項1記載の半導体研磨用組成物。
- [3] ヒュームドシリカの平均粒子径が、70～110nmであることを特徴とする請求項1または2記載の半導体研磨用組成物。
- [4] アルカリ水溶液に、酸性ヒュームドシリカ分散液を添加することにより調製されることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の半導体研磨用組成物。
- [5] アルカリ水溶液のpHが12～14であることを特徴とする請求項4記載の半導体研磨用組成物。

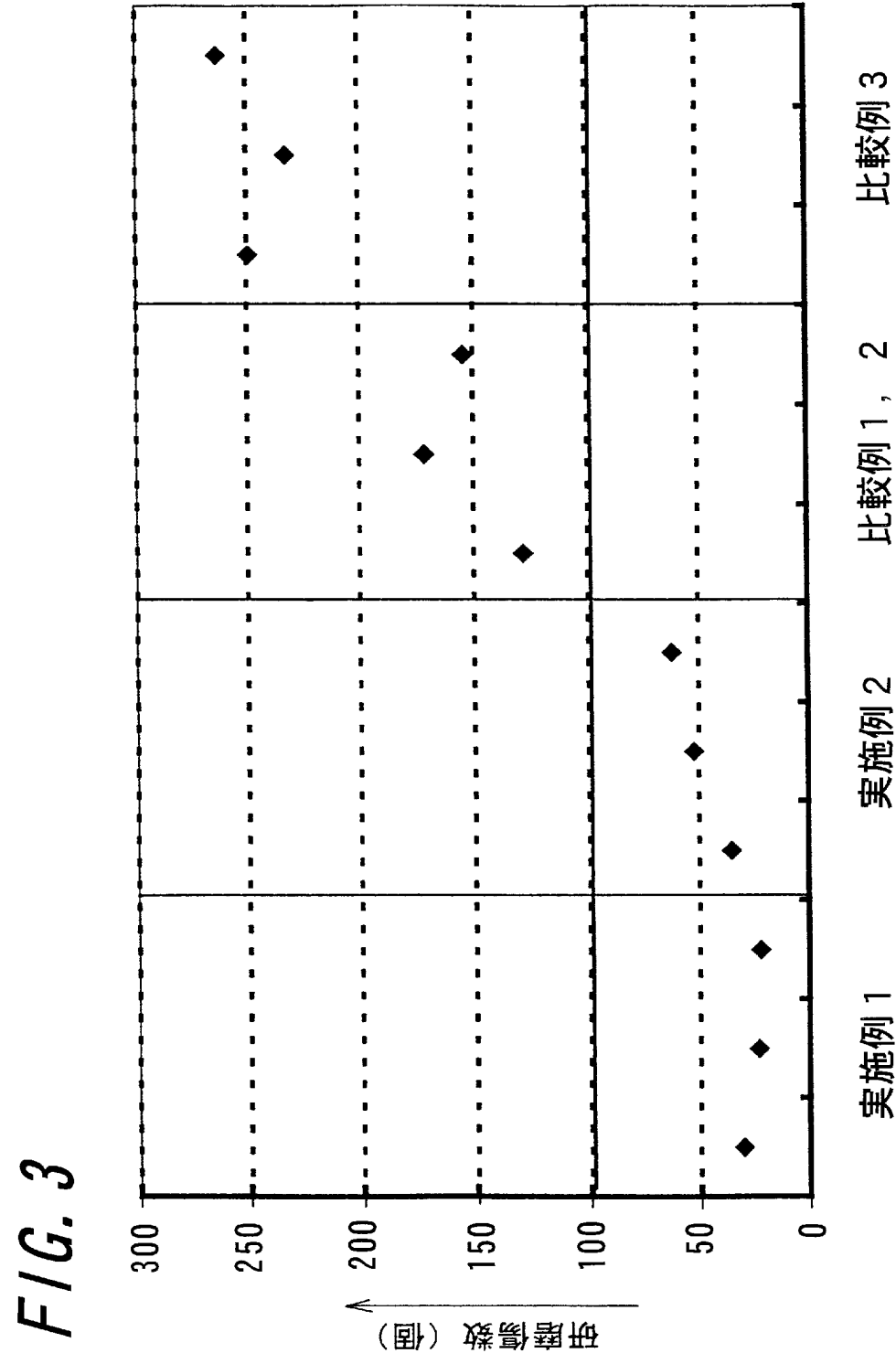
[図1]

*FIG. 1*

[図2]



[図3]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005766

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-268353 A (Rodel Nitta Kabushiki Kaisha), 25 September, 2003 (25.09.03), Column 1, line 45 to column 2, line 46 (Family: none)	1-5
A	JP 2003-268354 A (Rodel Nitta Kabushiki Kaisha), 25 September, 2003 (25.09.03), Claims (Family: none)	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 May, 2005 (06.05.05)

Date of mailing of the international search report

24 May, 2005 (24.05.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/304

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-268353 A (ロデール・ニッタ株式会社) 2003.09.25, 第1欄第45行~第2欄第46行 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-268354 A (ロデール・ニッタ株式会社) 2003.09.25, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.05.2005

国際調査報告の発送日

24.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田 達志

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3P

3117